

УДК 550.3:001.89

ПРОВЕДЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БУРОВОГО ШЛАМА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

А. В. ФУРСЕВИЧ, Е. И. МАШЕЧКО

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти
РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель*

Аннотация. Отмечено, что буровым шламом можно охарактеризовать весь разрез как разведочных, так и эксплуатационных скважин, так как поступление шлама на поверхность при бурении скважин с использованием промывочных жидкостей – естественный технологический процесс. В отличие от керна буровой шлам не является прямым методом получения геологической информации, однако его количество и доступность отбора могут значительно увеличить объем результатов отдельных видов исследований.

Ключевые слова: буровой шлам, керна, исследования бурового шлама, лабораторные исследования, пробоподготовка, геофизические исследования скважин.

Для цитирования. Фурсевич, А. В. Проведение минералогических исследований бурового шлама и анализ результатов / А. В. Фурсевич, Е. И. Машечко // Нефтегазовый инжиниринг. – 2025. – № 1 (2). – С. 7–16.

MINERALOGICAL STUDIES OF DRILLING CUTTINGS, AND ANALYSIS OF RESULTS

A. V. FURSEVICH, E. I. MASHECHKO

*The Belarusian Scientific Research and Design Institute of Oil
RUE “Production Association “Belorusneft”, Gomel*

Annotation. It is noted that drill cuttings can characterize the entire section of both exploration and production wells, since the flow of cuttings to the surface when drilling wells using flushing fluids is a natural technological process. Unlike core material, drill cuttings are not a direct method for obtaining geological information, however, its quantity and availability of sampling can significantly increase the volume of results of certain types of research.

Keywords: drilling cuttings, core, sample preparation, geophysical research, production well.

For citation. Fursevich A. V., Mashechko E. I. Mineralogical studies of drilling cuttings, and analysis of results. *Oil and gas engineering*, 2025, no. 1 (2), pp. 7–16 ((in Russian).

Введение. Буровой шлам – горная порода, измельченная в процессе бурения и выноса на поверхность промывочной жидкостью [1].

Основные преимущества бурового шлама заключаются в возможности равномерного изучения всего разреза, оперативного проведения исследований, экономия времени и средств, так как отбор шлама не влияет на технологию строительства и не требует проведения дополнительных спуско-подъемных операций [2].

Комплексное и углубленное изучение бурового шлама современными методами в отечественной геологии применяется крайне редко, в отличие от зарубежного опыта, где большое количество сервисных компаний предлагают детальное исследование шлама (Hemostrat, Schlumberger и др.) [3].

Детальное изучение шлама позволяет [4]:

– охарактеризовать и оценить качество возможных коллекторов (оценка типов и объема пустотного пространства) и покрышек. В последние годы наиболее перспек-

тивными в качестве коллекторов выступают низкопоровые породы, главной проблемой которых является определение пограничных значений фильтрационно-емкостных параметров объекта, отвечающих границе «коллектор – не коллектор»;

- изучить нефтегазоматеринские свойства пород всего вскрытого разреза посредством пиролитических исследований рассеянного органического вещества;

- осуществить корректную межскважинную корреляцию, в том числе и в сложных разрезах с учетом перерывов и несогласий. Традиционные методы стратиграфии, основанные на изучении литологического состава, дополняются методами геохимических, минералогических, петрофизических исследований каменного материала и рассеянного органического вещества;

- построить детальную литолого-фациальную и минералогическую модель по всему стволу скважины. Даже при проведении расширенного комплекса геофизических исследований скважин (ГИС) не всегда удается построить правильную минералогическую модель, что приводит к погрешностям при интерпретации. Особенно актуальным этот вопрос является для разрезов со сложной литологией, с преобладанием пород смешанного минералогического состава.

Исследования шлама актуальны как для объектов на заключительных этапах разработки, так и для новых месторождений со сложным геологическим строением. Для месторождений со сложным строением эффективно использование массового изучения шлама эксплуатационных скважин для выбора правильной схемы разработки, а также для прогнозирования новых объектов [5].

Основным сдерживающим фактором широкого развития исследований бурового шлама становится практически полное отсутствие нормативной документации обязательного и добровольного применения, детально регламентирующей исследования данного вида каменного материала. Ввиду этого недропользователь получает весьма малый объем геологической информации, которая практически неприменима для решения сложных геолого-геофизических задач. При этом вызывает сомнение и качество подобной информации, так как зачастую отбор проб ведется с технологическими нарушениями [6]:

- а) дробление одной пробы на несколько, которые описываются и изучаются как отдельные;

- б) отсутствие точной глубинной привязки отбираемой пробы без учета всего комплекса данных станции ГТИ;

- в) отбор проб малого объема, что делает практически невозможным их детальное изучение;

- г) отмывка проб от бурового раствора на неудовлетворительном уровне;

- д) невыполнение отбора шлама из интервалов бурения с керном, что значительно затрудняет или делает невозможным корреляцию «шлам – керн».

Детальные исследования бурового шлама требуют адаптации методик технической подготовки проб и проведения лабораторных испытаний в зависимости от параметров бурения, компоновки бурового инструмента, применяемого бурового раствора и пр. Эти сложности не позволяют применять одни и те же подходы массово и унифицированно [7].

При интерпретации данных, полученных при исследовании шлама, необходимо учитывать следующие специфические ограничения, присущие этому виду каменного материала [8]:

- различная размерность частиц, полученных при разбурировании одного интервала, что приводит к гидравлическому фракционированию в восходящем токе промысловой жидкости;

- загрязнение отбираемой пробы буровым раствором и механическими примесями (это ограничение сводится к минимуму при качественной отмывке проб);

– многие виды аналитических исследований, проводимые на шламе, работают с определенными ограничениями. Уровень интерпретации данных, полученных по шламу, зависит от качества предшествующих исследований керна. В общем случае результаты изучения шлама более информативны при использовании корреляции «шлам – керн» и «шлам – ГИС».

Шлам представляет собой сыпучий материал и состоит из частиц сравнительно небольшого размера. Это резко сокращает набор методов, которыми может быть проанализирован шлам, но в то же время требует применения специальных технологических и методических решений. Однако следует помнить, что некоторые литотипы (тонкодисперсные, рыхлые разности) при бурении разрушаются столь сильно, что могут не попасть (частично или полностью) в состав отбираемых проб шлама или смываться при отмывке шлама от бурового раствора. Это приведет к резкому сокращению доли тонкодисперсных компонентов породы в анализируемых пробах [9].

Шлам, отобранный при разбуривании определенного интервала, даже при условии полного соответствия глубины по бурению (и глубины отбора шлама соответственно) и каротажной глубины отражает состав и свойства не только этого интервала, но и значительной части вышележащих пород, пройденных долотом ранее. Это обусловлено как осыпанием недавно разбуренных пород, так и запаздыванием выноса шлама из-за разного веса агрегатов. Однако в целом шлам отличается хорошей представительностью, так как в анализ вовлекаются все литотипы, характеризующие значительный интервал разреза [10].

Цель работы. Разработка методик пробоподготовки и проведение комплекса лабораторных исследований на буровом керне. Сравнение результатов минералогических исследований, полученных на образцах шлама и образцах керна.

Описание методики пробоподготовки бурового шлама к комплексу лабораторных исследований. Пробоподготовка бурового шлама к лабораторным исследованиям состоит из следующих этапов:

- Регистрация шлама, которая включает сортировку образцов шлама в порядке возрастания глубины, пересчет и регистрацию в сводной таблице Excel.

- Гидратация образцов: образцы помещают в стеклянные стаканы и заливают 100 мл дистиллированной воды на 4 ч. В начале и конце замачивания полученная суспензия перемешивается. В процессе замачивания происходит отделение водорастворимых частиц бурового раствора от частиц горной породы.

- Отмыв шлама: отмыв производится дистиллированной водой в объеме, не менее 1 л, до достижения прозрачности сливаемой жидкости. При этом происходит смыв частиц размером менее 100 мкм, представленных в основном гидратированными частицами бурового раствора.

- Сушка шлама: после мокрого отсева образец из сита переносится в выпарную фарфоровую чашу и помещается в сушильный шкаф на 4 ч при температуре 50 °С.

- Измельчение образцов: метод измельчения зависит от объема высушенного образца. Если объем составляет менее 10 мл, то измельчение производится ручным методом путем растирания молотком на стальной наковальне. Если объем образца составляет более 10 мл, то измельчение производится механическим методом с использованием планетарной мельницы.

Исследование минерального состава бурового шлама и анализ результатов. Исследование минерального состава бурового шлама проводилось на рентгеновском дифрактометре SmartLab SE с использованием более чем 700 образцов бурового шлама.

Результаты исследований бурового шлама были сопоставлены с данными анализа минерального состава керна для оценки их адекватности. По итогам сопоставления представленных результатов было построено два типа графиков: график сходимости

минерала по шламу и по керну (рис. 1) и график содержания минералов в разрезе скважины по керну и по шламу (рис. 2). Также проводилась статистическая обработка результатов сопоставления, которая позволила получить следующую информацию: среднюю разницу; среднее соотношение; процент образцов с соотношением менее 1,5; процент образцов с разницей менее 10 %; коэффициент сходимости.

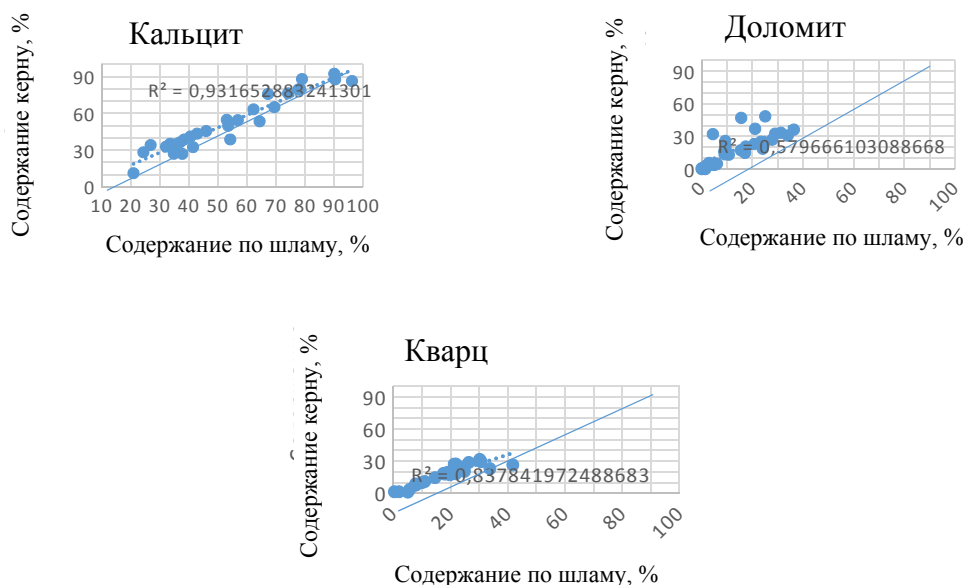


Рис. 1. Примеры графиков сходимости основных минералов, измеренных по шламу и рассчитанных из измеренных по керну (скважина Речицкая 21s2, отложения петриковского горизонта)

Fig. 1. Examples of convergence graphs of basic minerals measured from sludge and calculated from core measurements (Rechitskaya well 21s2, deposits of the Petrikov horizon)

Был проведен анализ сходимости результатов минералогических исследований с учетом отложений, из которых были отобраны образцы бурового шлама и керна, а именно: терригенные, карбонатные (межсолевые, подсолевые), соленосные (верхнесоленосные, нижнесоленосные). Отсутствие возможности определения сходимости отмечается в скважинах В-Некрасовская 1 (2510–2549 м; 4385–4408 м), Геологическая 11 (4145–4347 м), С-Домановичская 81g (2430–2447 м), Речицкая 19s3 (2075–2122 м) и Осташковичская 9220 (2855–3270 м) по причине того, что в исследуемых интервалах отбора шлама отбор кернового материала не производился. Приведенные интервалы отбора образцов бурового шлама характеризуют соленосные отложения. В единичном случае (скважина В-Некрасовская 1: интервал отбора шлама – 4385–4408 м) образцы бурового шлама представляют характеристику отложений кристаллического фундамента. Ввиду того, что отложения кристаллического фундамента охарактеризованы буровым шламом только в скважине В-Некрасовская 1, проанализировать сходимость не представляется возможным из-за отсутствия аналогичных интервалов отборов бурового шлама и кернового материала. В соленосных отложениях отбор шлама производился в скважинах Валавская 5 (2755–2791 м), также в данном интервале осуществлялся отбор кернового материала (2761,3–2779,3 м; 2779,3–2797,3 м), что позволяет произвести анализ сходимости соленосных отложений. Исходя из результатов анализируемых данных, в скважине Валавская 5, в верхнесоленосных отложениях отмечена хорошая сходимость, а в скважине Речицкая 21s2 наблюдается отличная

сходимость минерального состава, определенного методом рентгеноструктурного анализа (РСА): образцов бурового шлама с образцами кернового материала.

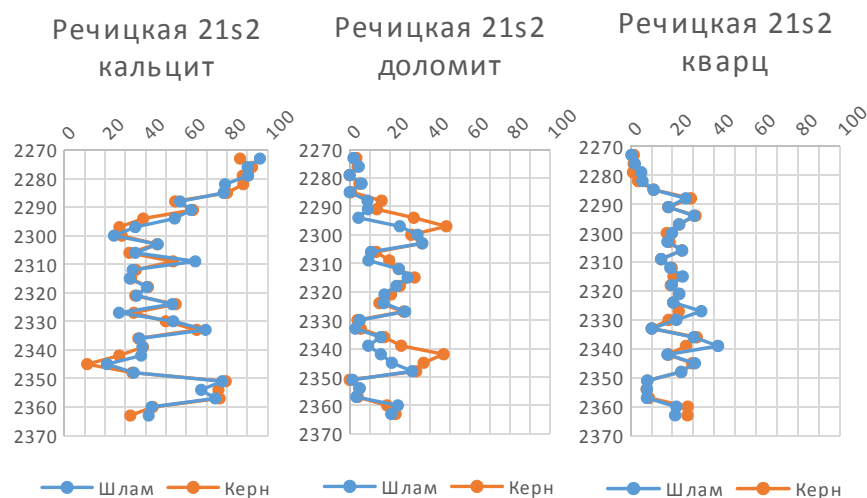


Рис. 2. Примеры графиков содержания минералов, %, в разрезе скважины по керну и по шламу (скважина Речицкая 21s2, отложения петриковского горизонта)

Fig. 2. Examples of graphs of mineral content, %, in the well section by core and by sludge (Rechitskaya well 21s2, deposits of the Petrikov horizon)

Сводная информация о сходимости результатов исследований

Summary of the convergence of research results

Номер скважины	Глубины отбора		Количество	Горизонт		Толща	Сходимость
	Кровля	Подшва		Кровля	Подшва		
Валавская 5	2755	2791	9	D3lb-or	D3lb-or	в/с	Хорошая
	3050	3770	136	D3ptr	D3lv-ev	м/с, н/с	Хорошая
Речицкая 19s3	2075	2122	11	D3lb	D3lb	в/с	Нет керна
	2125	2182.7	29	D3ptr	D3el(dr)	м/с	Средняя
В-Некрасовская 1	2510	2549	6	D3or(nd)	D3or(nd)	в/с	Нет керна
	3035	3775	110	D3ptr	D3dm	м/с	Средняя
	4007	4161	37	D3ev(kst)	D3sr	п/с карбонатная	Хорошая
	4163	4380	54	D3ln	D2vtb-pr	п/с терригенная	Хорошая
	4385	4408	5	AR-PR1	AR-PR1	к/ф	Нет керна
Геологическая 11	4145	4347	26	Galit	Galit	в/с	Нет керна
	4353	4389	77	D3ptr	D3ptr	м/с	Отличная
	4664	4934	58	D3el(tr)	D3zd(ton)	м/с	Отличная
Москвичевская 171	3079	3520	86	D3ln	PR2	п/с терригенная	Хорошая

Окончание

Номер скважины	Глубины отбора		Количество	Горизонт		Толща	Сходимость
	Кровля	Подшва		Кровля	Подшва		
Осташковичская 9220	3855	3270	61	D3lb(zl)	D3ev	в/с	Нет керна
	3420	3740	68	D3ln	PR2	п/с терригенная	Хорошая
С-Домановичская 81g	2430	2447	4	D3l(zl2)	D3lb(zl2)	в/с	Нет керна
	2455	2532	14	D3ptr	D3el(dr)	м/с	Отличная
Речицкая 21s2	2250	2279	13	D3lb(zl)	D3lb(brh)	в/с	Отличная
	2282	2363	36	D3ptr	D3el(dr)	м/с	Хорошая

Терригенная толща охарактеризована образцами бурового шлама, отобранного из скважин В-Некрасовская 1 (4163–4380 м), Москвичевская 171 (3079–3520 м), Осташковичская 9220 (3420–3740 м). Во всех трех интервалах имеется возможность определения результатов сходимости, поскольку частично данные интервалы также охарактеризованы керновым материалом. Исходя из результатов анализа сводной таблицы во всех трех скважинах (В-Некрасовская 1, Москвичевская 171, Осташковичская 9220) отмечается хорошая сходимость.

Карбонатные отложения представлены двумя толщами: межсолевой и подсолевой. Межсолевая толща представлена буровым шламом в следующих скважинах: Валавская 5 (3050–3770 м), Речицкая 19s3 (2125–2182,7 м), В-Некрасовская 1 (3035–3775 м), Геологическая 11 (4353–4389 м; 4664–4334 м), С-Домановичская 81g (2455–2532 м), Речицкая 21s2 (2282–2363 м). В скважинах Валавская 5 (3050–3770 м), Речицкая 21s2 (2282–2363 м) сходимость минерального состава, определенного методом РСА, отмечается хорошая. В скважинах Геологическая 11 (4353–4389 м; 4664–4934 м), С-Домановичская 81g (2455–2532 м) сходимость минерального состава, установленная методом РСА, бурового шлама и керна наблюдается отличная. В скважине В-Некрасовская 1 сходимость минерального состава – средняя. Подсолевая толща охарактеризована буровым шламом в скважине В-Некрасовская 1 (4007–4161 м). В данной скважине сходимость минерального состава бурового шлама и керна – хорошая.

В верхнесоленосной толще имеется достаточное количество образцов (22 шт.), чтобы можно было проводить анализ сходимости. В отмеченных отложениях определяется хорошая и отличная сходимость. Межсолевая толща лучше всех охарактеризована образцами бурового шлама (460 шт.). В этих отложениях фиксируется средняя, хорошая и отличная сходимость. Нижнесоленосные отложения представлены буровым шламом, но не керновым материалом, из-за чего определение сходимости невозможно. Подсолевая карбонатная толща охарактеризована образцами бурового шлама в одной скважине (В-Некрасовская 1) в количестве 37 шт. В указанных отложениях фиксируется хорошая сходимость. Подсолевая терригенная толща включает достаточное количество образцов (208 шт.), чтобы можно было проводить анализ сходимости. В данных отложениях определяется хорошая сходимость.

Также для визуализации данных были построены графики зависимостей содержания минералов по шламу и по керну по всем исследованным образцам, не учитывая типы отложений (рис. 3).

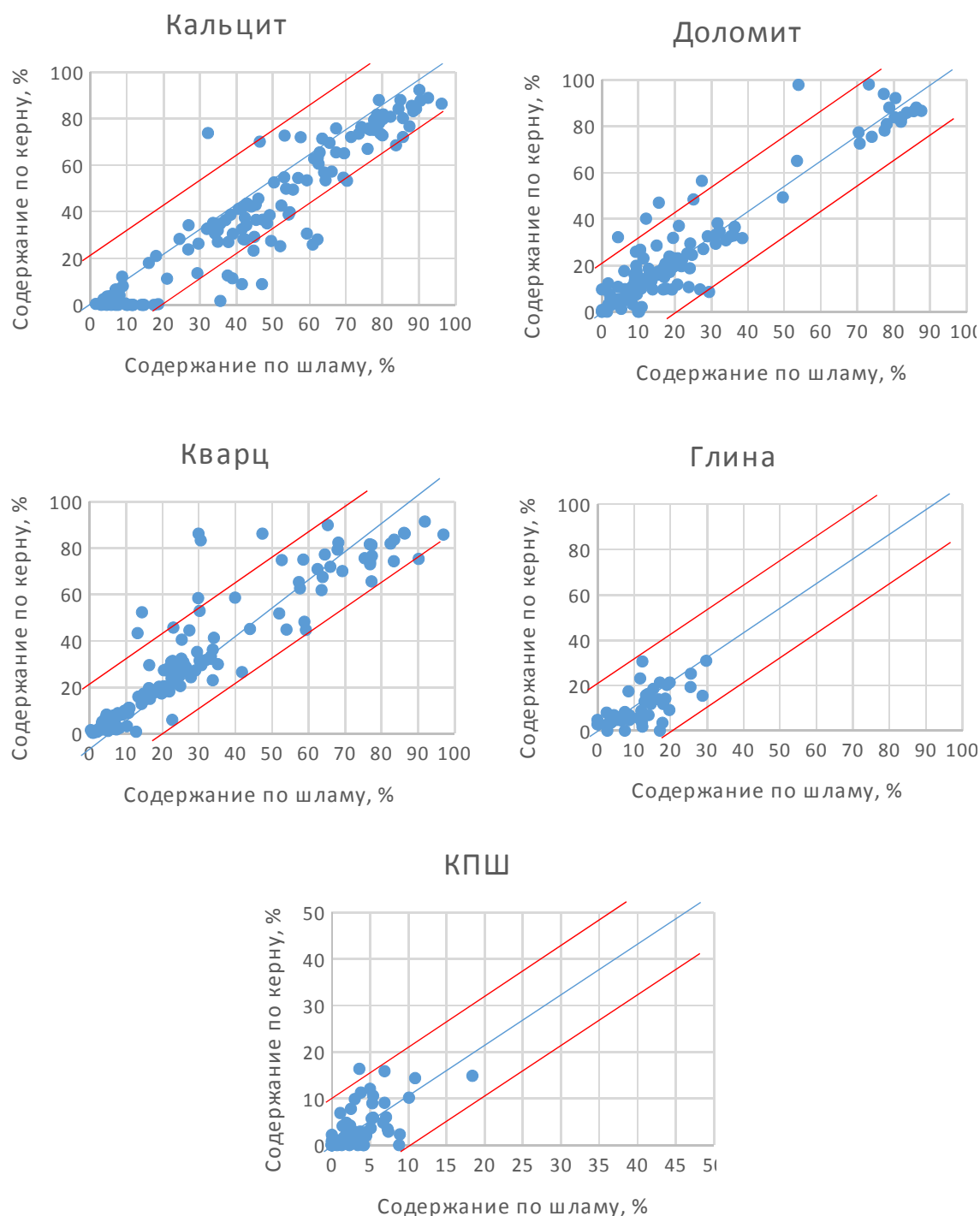


Рис. 3. Сводные графики сходимости всех измерений по минералам

Fig. 3. Summary graphs of convergence of all measurements for minerals

Закключение. По результатам проведенных исследований минерального состава методом РСА, определения сходимости данных по шламу с данными по керну, анализа сводной таблицы необходимо отметить, что данных с отсутствием сходимости, либо слабой сходимостью не обнаружено. Средняя сходимость отмечена в двух интервалах отбора бурового шлама: скважина В-Некрасовская 1 (D3ptr–D3dm), скважина Речицкая 19s3 (D3ptr–D3el(dr)). В остальных интервалах наблюдается хорошая и

отличная сходимость минерального состава бурового шлама с минеральным составом кернового материала. Исходя из этого можно подчеркнуть, что минеральный состав, измеренный методом РСА на буровом шламе, аналогичен с небольшими погрешностями минеральному составу, определенному по методу РСА на керновом материале. К преимуществам измерений минерального состава методом РСА на буровом шламе следует отнести большое покрытие разреза скважины достоверными геологическими данными, керн же отбирается относительно небольшими интервалами. Однако качественный керновый материал дает возможность проведения большего количества исследований и из любых точек интервала отбора, когда один образец шлама описывает 3–10 м разреза.

Таким образом, информация, получаемая при исследовании бурового шлама, может дополнить геологическую модель, а также скорректировать объемные минеральные модели, построенные на основании данных ГИС и керна.

Данные работы производились в ходе НИОКР 28-1.2023 «Разработка инновационных комплексных методических подходов в направлении лабораторных экспресс-исследований бурового шлама с целью создания цифровой петрофизической и геохимической модели нефтепродуктивных отложений».

Благодарность. Авторы выражают благодарность начальнику Центра обработки, исследования и хранения керна Анне Алексеевне Ерошенко и директору Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти Александре Георгиевне Ракутько за методическое и практическое руководство при подготовке материалов и написании данной работы.

Gratitude. The authors would like to thank Anna Alekseevna Eroshenko, Head of the Core Processing, Research and Storage Center, and Alexandra Georgievna Rakutko, Director of the Belarusian Scientific Research and Design Institute of Petroleum, for their methodological and practical guides in preparing materials and writing this paper.

Литература

1. McPhee, C. Core Analysis: A Best Practice Guide / C. McPhee, J. Reed, I. Zubizarreta ; ed. J. M. Guibitt. – London : Elsevier BV, 2015. – 840 p. – (Developments in petroleum science ; Vol. 64).
2. Повжик, П. П. Комплексные методические подходы к изучению нетрадиционных пород-коллекторов на керновом материале Республики Беларусь / П. П. Повжик, А. А. Ерошенко, Е. А. Калейчик // Нефтяник Полесья. – 2022. – № 2 (42). – С. 108–113.
3. Ухов, И. С. Детальные аналитические исследования шламового материала нефтегазовых скважин как средство повышения качества геолого-разведочных и буровых работ / И. С. Ухов // Нефтегазовое дело. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 32–38.
4. Аксельрод, С. М. Современные тенденции в геолого-технологических исследованиях, проводимых в процессе бурения скважин (по материалам зарубежной литературы) / С. М. Аксельрод // Каротажник. – 2015. – № 6 (252). – С. 77–110.
5. Булач, М. Х. Низкопоровые коллекторы нефтегазоносных провинций России и СНГ / М. Х. Булач, Л. Г. Белоновская, Л. П. Гмид // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2007. – Т. 2. – С. 33.
6. Анализ обвальная породы в процессе бурения как инструмент для безопасного строительства скважины / С. И. Габитов, А. С. Гоцуляк, И. С. Чебышев, Т. Р. Ахметшин // Нефтяная провинция. – 2021. – № 1 (25). – С. 124–140.
7. Специализированные подходы в использовании бурового шлама для повышения информативности геологических данных по результатам бурения скважин / П. Ю. Куликов, Р. А. Гарипов, И. М. Гусев [и др.] // Геомодель 2020 : материалы 22-й науч.-практ. конф. по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа, Геленджик, 2020 г. / EAGE. – Геленджик, 2020.

8. Фильтрационно-емкостные свойства бурового шлама по данным ядерно-магнитной резонансной релаксометрии и диэлектрической спектроскопии / А. А. Мезин, М. Й. Шумская-те, В. Н. Глинских [и др.] // Науки о Земле и недропользование. – 2020. – Т. 43, № 3.
9. Староверов, В. Н. Фациальный анализ шлама и керна в процессе геолого-технологических исследований скважин / В. Н. Староверов, В. П. Белобородов, С. В. Кожевников // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2011. – № 67 (4). – С. 27–33.
10. Core Versus Cuttings Samples for Geochemical and Petrophysical Analysis of Unconventional Reservoir Rocks / H. Sanei, O. H. Ardakani, T. Akai [et al.] // Scientific Report. – 2020. – Vol. 10. – Art. N 7920.

References

1. McPhee, C. Core Analysis: A Best Practice Guide / C. McPhee, J. Reed, I. Zubizarreta ; ed. J. M. Guibit. – London : Elsevier BV, 2015. – 840 p. – (Developments in petroleum science ; Vol. 64).
2. Povzhik P. P., Eroshenko A. A., Kaleyshchik E. A. Comprehensive methodological approaches to the study of unconventional reservoir rocks on core material of the Republic of Belarus. *Neftyanik Poles'ya = Neftyanil Polesie*, 2022, no. 2 (42), pp. 108–113 (in Russian).
3. Ukhov I. S. Detailed analytical studies of slurry material from oil and gas wells as a means of improving the quality of geological exploration and drilling operations. *Neftgazovoye delo = Oil and gas business*, 2023, vol. 21, no. 1, pp. 32–38 (in Russian).
4. Aksel'rod S. M. Modern trends in geological and technological research conducted in the process of drilling wells (based on materials from foreign literature). *Karotazhnik = Logger*, 2015, no. 6 (252), pp. 77–110 (in Russian).
5. Bulach M. H., Belonovskaya L. G., Gmid L. P. Low-pressure reservoirs of oil and gas provinces of Russia and the CIS. *Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika = Oil and gas geology. Theory and practice*, 2007, vol. 2, P. 33 (in Russian).
6. Gabitov S. I., Goculyak A. S., Chebyshev I. S., Ahmetshin T. R. Rock collapse analysis in drilling processes as tools for safe well construction. *Neftyanaya provinciya = Oil province*, 2021, no. 1 (25), pp. 124–140 (in Russian).
7. Kulikov P. Yu., Garipov R. A., Gusev I. M., Taldykin Ya. B., Panchenko I. V. Specialized approaches in the use of drilling mud to increase the informative value of geological data on the results of boreholes. *Geomodel 2020: materialy 22 nauchno-prakticheskoy konferencii po voprosam geologorazvedki i razrabotki mestorozhdeniy nefi i gaza* [Geomodel 2020: proceedings of the 22nd scientific and practical conference on geological exploration and development of oil and gas fields]. Gelendzhik, EAGE, 2020 (in Russian).
8. Mezin A. A., Shumskayte M. Y., Glinskikh V. N., Golikov N. A., Chernova Ye. S. Filtration and capacitance properties of drilling mud according to nuclear magnetic resonance relaxometry and dielectric spectroscopy. *Nauki o Zemle i nedropol'zovaniye = Earth Sciences and Subsoil use*, 2020, vol. 43, no. 3, pp. 364–374 (in Russian).
9. Staroverov V. N., Beloborodov V. P., Kozhevnikov S. V. Facies analysis of sludge and core in the process of geological and technological research of wells. *Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya = Subsoil of the Volga region and the Caspian Sea*, 2011, no. 67 (4), pp. 27–33 (in Russian).
10. Sanei H., Ardakani O. H., Akai T., Akihisa K., Jiang Ch., Wood J. M. Core Versus Cuttings Samples for Geochemical and Petrophysical Analysis of Unconventional Reservoir Rocks. *Scientific Report*, 2020, vol. 10, Article no. 7920.

Информация об авторах

Фурсевич Артем Валерьевич – геолог. Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» (ул. Книжная, 15Б, 246003, Гомель, Республика Беларусь), магистрант ГГУ им. Ф. Скорины. E-mail: A.Fursevich@beloil.by

Машечко Елизавета Игоревна – техник. Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» (ул. Книжная, 15А, 246003, Гомель, Республика Беларусь), магистрант ГГТУ им. П. О. Сухого. E-mail: E.Mashechko@beloil.by

Information about the authors

Fursevich Artsiom Valerievich – geologist. Belarusian Scientific Research and Design Institute of Oil RUE “Production Association “Belorusneft” (15B, Knizhnaya Str., 246003, Gomel, Republic of Belarus), master’s student at the F. Skorina State University. E-mail: A.Fursevich@beloil.by

Mashechko Elizaveta Igorevna – technician. Belarusian Scientific Research and Design Institute of Oil RUE “Production Association “Belorusneft” (15A, Knizhnaya Str., 246003, Gomel, Republic of Belarus), master’s student at Sukhoi State Technical University of Gomel. E-mail: E.Mashechko@beloil.by

Поступила в редакцию 28.10.2024